

尿素 및 石炭酸樹脂 合板의 土卵增量에 關한 研究¹

李 弼 宇²·裴 映 壽²

A Study on the Taro Extension of UF and PF Resin Bonding Plywoods¹

Phil Woo Lee²·Young Soo Bae²

要 約

本研究는 合板製造時 增量劑로 利用되고 있는 小麥粉을 土卵으로 代替하기 위한 可能性을 糾明하기 위해 實施되었다. 土卵과 小麥粉은 乾燥器內에서 全乾狀態로 乾燥시킨 後 實驗用 粉碎機로 80~100 mesh로 粉末化하여 增量劑로 使用하였다. 合板製造에는 尿素 및 石炭酸樹脂를 使用하였으며 各樹脂에 增量材料를 10, 20, 30, 50%의 比率로 混合하여 試驗을 實施하였다. 本研究에서 얻어진 結論은 다음과 같이 要約할 수 있다.

1) 尿素樹脂의 常態 및 耐水接着力은 모든 增量比率에서 土卵이 小麥粉을 훨씬 能加하고 있었다. 따라서 土卵은 小麥粉을 代替할 수 있는 可能性을 보였다. 2) 石炭酸樹脂의 常態 및 耐水接着力은 一般적으로 小麥粉이 土卵보다 높은 接着力을 나타내었다. 그러나 常態接着力의 경우 30%와 50%의 增量에서는 土卵이 小麥粉보다 좋은 接着力을 보였다.

ABSTRACT

This study was carried out to examine the possibility to replace imported wheat flour with taro. Taro and wheat flour were used for the extenders after oven drying ($100\pm 3^{\circ}\text{C}$) and pulverized into 80-100mesh minute powder by laboratory Willey mill. Urea- and phenol-formaldehyde resin adhesives were used for plywood manufacture, and the extending materials mixed with the extension at the ratio of 10, 20, 30, and 50% to each resin solution. The results obtained at this study were summarized as follows; 1) In dry and wet shear strength of urea-formaldehyde resin adhesive, taro showed very excellent bonding strength compared with wheat flour in all extending ratio. Therefore taro showed the possibility that be usable to taro in place of wheat flour. 2) In dry and wet shear strength of phenol-formaldehyde resin adhesive, in general, wheat flour showed higher bonding strength than taro. But in dry shear strength, taro showed higher shear strength than wheat flour in 30 and 50% extension.

Key words: taro; wheat flour; extender; extension ratio; dry and wet shear strength.

結 言

우리나라 合板工業에 利用하고 있는 接着劑는 주로

尿素樹脂를 使用하고 있으며 이밖에 메라민과 石炭酸樹脂가 一部 少量으로 쓰이고 있다. 이들 接着劑에 增量材料로 添加, 使用하고 있는 物質은 少量의 木粉이 利用되고 있으나 거의 대부분이 값비싼 導入 小麥

¹ 接受 8月 10日 Received August 10, 1982.

² 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, Korea.

粉을 利用하고 있다.

그러나 最近 世界的인 氣象異變에 따른 凶作으로 因하여 小麥粉의 原料인 麥類의 生産量이 감소되어 그 價格이 昂騰하고 있음은 물론 換率의 上昇으로 導入 價格이 더욱 不利하게 되어 代替材料의 開發이 시급하다고 하겠다.

이러한 狀況에서 原木과 함께 副資材인 增量材料等까지도 輸入에 依存하고 있는 우리나라의 合板工業은 매우 어려운 環境에 놓여 있으며 더욱 世界的인 景氣沈滯와 自國의 資源保護 政策으로 인해 현재 매우 어려운 與件에 處해 있다. 따라서 本研究는 導入 增量劑를 國內에서 生産되는 다른 增量材料로 代替하기 위해서 着手되었는데 이미 先進外國에서는 小麥粉以外에 代替할 수 있는 增量材料의 開發에 관한 研究가 활발하게 遂行되고 있다.

특히 樹木의 落葉을 增量劑로 利用하는 研究^{2,3,4,5,6)}가 美國 및 캐나다를 中心으로 이루어져 왔으며 小麥粉과 다른 動植物性 接着劑를 尿素樹脂에 添加하여 接着力을 相互比較하여 그 適合性 여부를 糾명한 바 있다.¹²⁾

國內에서도 高구마, 감자類의 粉末을 利用한 接着 增量에 관한 研究¹¹⁾를 遂行하여 훌륭한 結果를 얻기도 하였으며 이밖에 落葉粉末이나 樹皮粉末 등의 材料를 增量劑로 利用하는 研究^{7,8,9,10)}를 著者 등이 施 讞하였는 바 石炭酸樹脂의 增量劑로 松葉粉이 優秀함을 알 수 있었다.

本研究에서는 이미 밝혀진 石炭酸樹脂의 增量劑以外에 尿素樹脂 接着劑의 增量劑를 開發하기 위해서 土卵(Taro)을 粉末로 加工하여 使用하고 그 增量效果 및 接着性能을 調査하여 小麥粉과 比較함으로써 小麥粉에 대한 代替可能性을 糾明하여 보고자 着手하였다.

材料 및 方法

1. 試驗材料

1) 單板의 調製

本實驗에는 合板製造業體에서 分讓받은 두께 1.2mm 平均比重 0.54의 羅王 單板을 15×15cm의 크기로 裁 斷하여 使用하였다. 接着에 不良한 單板은 모두 除外하고 合板製造에 適當한 健全한 單板만을 使用하였으며 「25±2℃의 乾燥器內에서 2週間 處理하여」 含水率을 6~7%로 調整하여 合板을 製造하였다.

2) 接着劑의 製造

合板製造에 使用된 接着劑는 尿素와 石炭酸樹脂로 모두 合板研究室에서 合成하여 使用하였다.

먼저 尿素樹脂는 尿素와 포르말린의 물比率을 1:1.8로 하고 NaOH를 觸媒로 하여 80~90℃의 溫度에서 2時間 30分間 反應시켜 合成을 完了하였는대 製造된 尿素樹脂의 樹脂率은 50%였다.

石炭酸樹脂는 石炭酸과 포르말린의 물比率을 1:1.5로 하고 苛性소오다를 觸媒로 使用하여 90℃에서 90分間 反應시켜 樹脂率 54%의 石炭酸樹脂를 製造하였다.

3) 增量材料의 準備

增量材料는 土卵과 小麥粉을 使用하였으며 100~105℃의 乾燥器에서 全乾狀態로 乾燥시킨 後 Laboratory willey mill을 利用하여 80~100 mesh로 粉末化하였다.

4) 硬化劑

合板製造時 尿素樹脂에는 鹽化암모늄 10% 水溶液을 樹脂液에 對하여 10% 添加하여 硬化劑로 使用하였으며 石炭酸樹脂에는 磷酸 10% 水溶液을 樹脂液에 對하여 5% 添加하여 硬化를 促進시켰다.

2. 試驗方法

1) 接着增量

土卵과 小麥粉의 增量效果를 比較하기 위하여 80~100 mesh로 粉末化한 材料를 尿素 및 石炭酸樹脂에 對하여 各各 10, 20, 30, 50%의 比率로 增量하였다. 各材料의 混合比率은 30% 增量의 境遇 尿素 및 石炭酸樹脂 共히 樹脂液 100部에 對하여 增量材料 30部, 물 30部를 添加하여 合板接着用 樹脂를 調製하였으며 樹脂液에 對하여 尿素樹脂는 鹽化암모늄

Table 1. Extending methods of urea- and phenol-formaldehyde resin adhesives.

Extending ratio(%)		10	20	30	50
Constituents					
Urea-formaldehyde resin adhesive	Adhesive	100	100	100	100
	Extender	10	20	30	50
	Water	10	20	30	50
	Hardener*	10	10	10	10
Phenol-formaldehyde resin adhesive	Adhesive	100	100	100	100
	Extender	10	20	30	50
	Water	10	20	30	50
	Hardener**	5	5	5	5

* NH₄Cl 10% solution

** H₂SO₄ 10% solution

10% 水溶液을 10%, 石炭酸樹脂는 磷酸 10% 水溶液을 5% 添加하였다. 各 增量比率에 따른 材料의 混合比率은 表 1과 같다.

2) 合板의 製造

土卵과 小麥粉을 增量劑로 使用하여 尿素 및 石炭酸樹脂 合板을 製造하였는데 尿素樹脂의 合板製造條件은 溫度 120°C, 加壓力 12kg/cm², 加壓時間 1分 30秒를 適用하였으며 石炭酸樹脂는 溫度 150°C, 加壓力 12kg/cm² 그리고 加壓時間은 5分으로 하여 合板을 製造하였다.

한편 製造된 合板의 總枚數는 增量材料(2)×增量比率(4)×接着劑(2)×反復數(5) = 80枚로서 이것을 接着力 測定에 使用하였다.

3) 合板의 接着力 試驗

增量 尿素 및 石炭酸樹脂 合板의 常態接着力은 ASTM Committee D-7(1954)의 方法에 따라 試驗片을 떼어서 Riele shot type 1000 lbs容량의 Plywood shear testing machine으로 接着力을 測定하였다. 그리고 耐水接着力의 測定은 製造된 試驗片을 60±2°C의 溫水 속에 3時間 浸漬시켰다가 60±2°C의 乾燥器內에서 3時間 乾燥시켜서 接着力을 測定하는 二類合板 試驗法을 適用하였다.

合板은 製造後 2週間 室內에 放置한 後에 接着力 試驗片을 合板 1枚當 4個의 試驗片을 떼어서 2個는 常態接着力을 測定하고 나머지 2個는 耐水接着力 測定에 使用하였다. 따라서 測定試驗片의 數는 常態試驗用 160個, 耐水試驗用 160個로서 總 320個를 測定하였다.

4) 資料分析

增量比率에 따른 增量劑別 接着力을 比較分析하기 위해서 分散分析을 實施하고 그에 따른 有意差를 檢定하였다.

結果 및 考察

1. 增量 尿素樹脂 合板의 常態接着力

尿素樹脂에 대한 增量試驗은 土卵과 小麥粉을 各 10, 20, 30, 50%의 比率로 增量하고 相互 接着力을 比較하기 위하여 常態 및 耐水接着力을 測定하였다.

常態接着力 試驗에서 먼저 10% 增量한 合板은 土卵이 257 psi, 小麥粉 215psi로서 土卵이 小麥粉에 비해 比較的 높은 接着力을 가지는 것으로 나타났다. 木破率은 土卵에서만 3%가 測定되었다.

20% 增量한 合板은 土卵 280 psi, 小麥粉 229 psi의 常態接着力을 나타내어 10%에 比하여 增加된 接着力을 보이고 있었으며 土卵의 接着力이 小麥粉을 能加하고 있었다. 木破率은 土卵에서 11%가 測定되었다.

또 30% 增量에서는 土卵 279 psi, 小麥粉 223 psi의 接着力을 보여 20% 增量한 合板에서보다 接着力은 약간 低下되고 있으나 土卵은 小麥粉보다 좋은 接着強度를 나타내었다. 木破率은 土卵 9%, 小麥粉 4%를 나타내어 木破率에 依해서도 土卵이 小麥粉에 비해 좋은 接着力을 가짐을 알 수 있었다.

마지막으로 50% 增量한 合板에서는 土卵 235 psi, 小麥粉 230 psi의 接着力을 나타내었으며 土卵 8%, 小麥粉 7%의 木破率을 보이고 있었다.

上記한 結果로 볼 때 모든 增量比率에서 土卵을 增量하는 것이 小麥粉 增量보다 두드러지게 좋은 接着力을 가짐을 알 수 있었으며 또한 增量比率에 따른 增量劑의 接着力 變化를 보면 土卵은 20%와 30% 增量할 境遇에 가장 좋은 接着力을 보이고 있으며 50%의 高增量에서도 接着力이 完만하게 低下되고 있어서 優秀한 結果를 보여주었다.

Table 2. Composition table of various extending materials* (per 100 g)

Discription	Thermal value (kcal)	Mois-ture (g)	Pro-tein (g)	Lipid (g)	Carbohydrate		Ash (g)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Others (mg)
					Gluc-ide(g)	Fiber (g)					
Wheat	350	11.8	12.0	2.9	69.0	2.5	1.8	71	390	3.2	5.45
Wheat flour	354	11.1	11.2	1.4	74.2	0.3	0.9	46	220	1.6	0.35
Corn, dried	364	10.3	12.1	4.0	69.8	2.7	1.1	7	250	13.0	3.86
Potato	72	81.2	2.4	0.5	14.4	0.5	0.9	5	42	0.6	0.91
Sweet potato	134	64.6	1.1	0.3	31.7	0.6	0.6	28	29	0.8	20.18
Taro	79	79.6	2.2	0.3	16.9	1.0	1.0	26	-	0.5	0.82

*Data from Food Composition Table. 2nd revised edition, ORD & RNI

한편 小麥粉의 增量은 增量比率이 增加함에 따라 接着力은 조금씩 上昇하여 50% 增量한 境遇 제일 높은 接着力을 보였으나 土卵과 比較할 때 어떤 量의 增量에 있어서도 小麥粉의 常態接着力이 土卵의 그것에 미치지 못하였다.

이와 같이 土卵이 小麥粉보다 優秀한 常態接着力을 나타낸 原因은 그들이 가지는 成分의 含量에 기인하는 것으로 생각되는데 특히 接着을 妨害하는 것으로 알려진 無機物質의 含有量이 小麥粉에 비해 土卵은 매우 적기 때문인 것으로 추측되며 農村振興廳¹³⁾에서 發表한 食品分析表中 麥類와 감자類에 관한 것을 比較하여 보면 表 2와 같다.

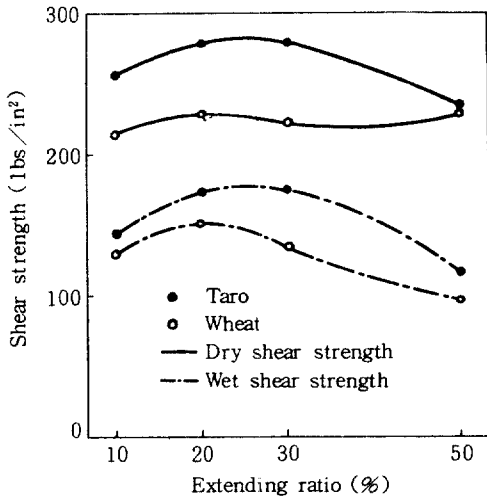


Fig. 1. Dry and wet shear strength of extending urea-formaldehyde resin adhesive bonding plywoods.

Table 3. ANOVA of dry shear strength of UF resin bonding plywoods

Source	D. F.	S. S.	M. S.	F.
Total	79	137870.000		
Main plot	19	55033.000	2896.474	
Block	9	9024.000	1002.667	
Extender	1	29530.000	29530.000	16.128**
Error(1)	9	16479.000	1831.000	
Extending ratio	3	6749.000	764.900	0.534
Extender × extending ratio	3	7903.000	2634.333	2.806
Error(2)	54	68185.000	1262.685	

** significance at 1% level

그리고 以上の 結果를 그래프로 나타내면 그림 1과 같으며 그 分散分析 結果는 表 3과 같다.

2. 增量 尿素樹脂 合板의 耐水接着力

耐水接着力은 10% 增量한 境遇 土卵 144 psi, 小麥粉 130 psi로서 常態接着力의 境遇와 같이 土卵이 小麥粉에 비해 높은 耐水接着 強度를 가지는 것으로 나타났으며 木破率은 測定되지 않았다. 20% 增量한 合板에서는 土卵이 175 psi였으며 小麥粉은 153 psi의 接着力을 보이고 있어서 20%에서도 土卵이 小麥粉보다 좋은 接着力을 가지고 있음을 나타내었다. 그러나 木破率은 모두 測定되지 않았다.

또한 30% 增量에서는 土卵이 177 psi로서 20%에 비해 조금 增加한 耐水接着力을 보이고 있었으나 큰 差異는 아니었으며 小麥粉은 136 psi의 接着力을 보여 20% 增量한 合板에서 보다 많이 低下된 接着 強度를 나타내었다. 그리고 木破率은 土卵이 6%였다.

마지막으로 50% 增量에서는 土卵이 117 psi, 小麥粉 98 psi로서 모두 30% 增量에 비해 顯著的 接着力 減少를 보였으며 土卵에서 1%의 木破率이 나타났다.

以上과 같은 增量比率과 耐水接着力과의 關係를 그래프로 나타내면 그림 1과 같고 그 分散分析 結果는 表 4와 같다.

한편 上記한 結果와 같이 土卵은 20~30% 사이의 增量比率에서 좋은 接着力을 보여 常態接着力의 境遇와 同一한 接着力 變異傾向을 보였으나 小麥粉은 常態接着力에서와는 달리 20% 增量에서 가장 좋은 接着力을 보이고 그 以上の 增量에서는 接着力이 低下되는 傾向을 나타내고 있었다. 그러나 耐水接着力에서도 모든 增量比率에서 土卵이 小麥粉을 能加하는

Table 4. ANOVA of wet shear strength of UF resin bonding plywoods

Source	D. F.	S. S.	M. S.	F.
Total	79	273400.250		
Main plot	19	70983.000	3735.947	
Block	9	31501.000	3500.111	
Extender	1	11448.250	11448.250	3.675
Error(1)	9	28033.750	3114.861	
Extending ratio	3	38443.750	3844.375	1.282
Extender × extending ratio	3	2099.750	699.917	0.233
Error(2)	54	161873.750	2997.662	

接着力을 나타내어 尿素樹脂에 있어서 土卵을 增量하는 것이 小麥粉을 增量劑로 使用하는 것보다 훨씬 좋은 常態 및 耐水接着 強度를 가지는 合板을 製造할 수 있음을 알 수 있었다.

따라서 現在 거의 食品用으로 쓰이고 있으나 生産量이 그렇게 많지 않은 土卵을 契約栽培 또는 集團栽培의 形態로 大量生産할 수 있는 條件을 만들어서 그것을 全量 合板增量劑로 代替한다면 小麥의 導入으로 因한 外貨損失을 줄일 수 있을 뿐 아니라 또한 農家の 所得增大에도 기여할 수 있는 여러가지 效果를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

3. 增量 石炭酸樹脂 合板의 常態接着力

石炭酸樹脂의 增量試驗도 尿素樹脂와 마찬가지로 土卵과 小麥粉을 使用하였으며 增量比率을 10, 20, 30, 50%로 하여 合板을 製造하고 常態 및 耐水接着力을 測定하였다.

常態接着力에서 10% 增量한 合板은 小麥粉이 308 psi로서 266psi의 接着力을 가지는 土卵에 비해 훨씬 좋은 接着強度를 나타내었으며 木破率は 土卵 14%, 小麥粉 6%였다.

20% 增量에서는 小麥粉이 10% 增量한 경우와 같은 308 psi의 接着力을 보였으며 土卵은 287 psi였다. 따라서 20% 增量에서도 小麥粉이 土卵보다 높은 接着力을 보이고 있었으며 木破率は 모두 8%였다.

그러나 30%에서는 土卵이 300 psi로서 285psi의 接着力을 가지는 小麥粉을 能加하고 있었으며 土卵 7%, 小麥粉 9%의 木破率을 보이고 있었다.

50%의 增量에서도 土卵이 293 psi로서 288psi의 小麥粉보다 좋은 耐水接着力을 나타내었으며 木破率は 土卵 12%, 小麥粉 6%였다.

Table 5. ANOVA of dry shear strength of PF resin bonding plywoods

Source	D. F.	S. S.	M. S.	F.
Total	79	118988.000		
Main plot	19	24094.000	1268.105	
Block	9	9987.000	1109.667	
Extender	1	2269.000	2269.000	1.725
Error (1)	9	11838.000	1315.333	
Extending ratio	3	1235.000	123.500	0.080
Extender x extending ratio	3	10026.000	3342.000	2.158
Error (2)	54	83633.000	1548.759	

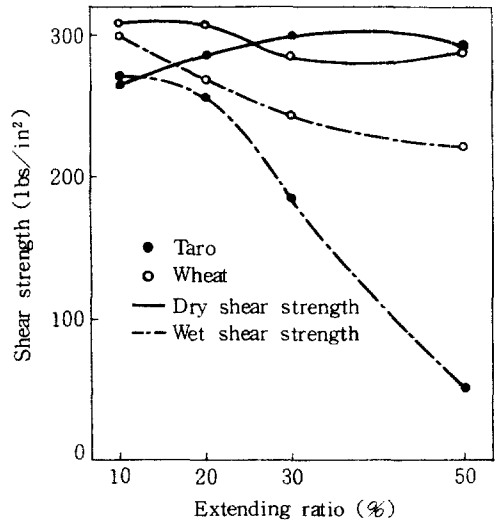


Fig. 2. Dry and wet shear strength of extending phenol-formaldehyde resin adhesive bonding plywoods.

이러한 結果를 그래프로 나타내면 그림 2와 같으며 그 分散分析 結果는 表 5와 같다.

上記한 바와 같이 石炭酸樹脂에 土卵 및 小麥粉을 增量한 合板의 常態接着力에서 小麥粉은 增量比率이 增加함에 따라서 接着力이 低下되는 傾向을 보이고 있는데 20%까지는 接着力에 變異가 없었고 30%와 50% 增量한 境遇에도 接着力은 多少 低下되었으나 增量比率에 따른 接着力 變異는 크지 않았다. 그러나 土卵增量에서는 增量比率의 增加에 比例하여 接着力도 增加하여 30% 및 50% 增量한 合板에서는 土卵이 小麥粉보다 優秀한 常態接着力을 나타내었다. 따라서 石炭酸樹脂 合板에서는 土卵을 增量劑로 使用할 경우 30% 以上の 높은 增量比率에서 小麥粉보다 좋은 常態接着力을 기대할 수 있을 것으로 여겨진다.

4. 增量 石炭酸樹脂 合板의 耐水接着力

耐水接着力 測定結果를 보면 먼저 10% 增量에서는 小麥粉 300 psi, 土卵 272 psi였으며 木破率は 小麥粉 7%, 土卵 5%로 나타났다.

그리고 20%에서는 小麥粉이 271 psi로서 10% 增量에 비해 減少된 接着力을 보였으며 土卵도 257 psi로서 같은 傾向을 보였다. 木破率は 小麥粉이 21%였으며 土卵에서는 6%가 測定되었다.

30% 增量한 合板에서는 小麥粉 244 psi, 土卵 186 psi로서 增量比率이 增加함에 따라서 接着力은 比例

的으로 減少하고 있었으며 土卵이 小麥粉의 耐水接着力에 훨씬 떨어지며 또한 低下되는 程度도 심한 편이었다. 木破率은 小麥粉에서 11%가 測定되었다.

마지막으로 50%의 增量에서는 小麥粉 222 psi, 土卵 52 psi의 接着力을 보여 土卵이 急激한 接着力 低下를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 木破率은 小麥粉에서 3%가 測定되었다.

以上の 結果로 볼 때 土卵 및 小麥粉 增量한 石炭酸樹脂 合板의 耐水接着力은 小麥粉이 모든 增量比率에서 土卵보다 優秀한 接着性能을 가지는 것으로 나타났으며 土卵은 常態接着力과는 反對로 增量比率이 增加함에 따라 급격한 接着力 減少를 보이고 있었다. 小麥粉에서도 土卵과 같은 接着力 低下現象이 나타났으나 그 減少程度는 土卵에 비해 현저하게 적은 편이었다. 따라서 土卵을 石炭酸樹脂의 增量劑로 使用할 경우 耐水性을 要하는 條件에서는 不適當한 것으로 여겨진다.

한편 耐水接着力에서 나타난 이와 같은 傾向을 그 래프로 나타내면 그림 2와 같고 그 分散分析結果는 表 6과 같다.

Table 6. ANOVA of wet shear strength of PF resin bonding plywoods

Source	D. F.	S. S.	M. S.	F.
Total	79	587974.000		
Main plot	19	127041.000	6686.368	
Block	9	19465.000	2162.778	
Extender	1	91328.000	91328.000	50.588**
Error(1)	9	16248.000	1805.333	
Extending ratio	3	260633.000	26063.301	11.354**
Extender × extending ratio	3	76344.000	25448.000	11.086**
Error(2)	54	123956.000	2295.481	

** significance at 1% level

結 論

以上과 같이 尿素 및 石炭酸樹脂에 小麥粉과 土卵을 10, 20, 30, 50% 增量하여 常態 및 耐水接着力을 測定하고 考察하여 보았는데 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

1. 尿素樹脂의 常態 및 耐水接着力은 모든 增量比率에서 土卵이 小麥粉을 훨씬 能加하고 있었다. 따라서 土卵은 小麥粉을 代替할 수 있는 可能性을 보였다.
2. 石炭酸樹脂의 常態 및 耐水接着力은 一般의으

로 小麥粉이 土卵보다 높은 接着力을 나타내었다. 그러나 常態接着力의 경우 30%와 50% 增量에서는 土卵이 小麥粉보다 좋은 接着力을 보였다.

引用 文 獻

1. A. S. T. M. Committee D-7. 1954. A. S. T. M. Standards on wood, wood preservatives, and related materials. A. S. T. M. Committee D-7 on wood. 353p.
2. Barton, G. M. 1976. Foliage. Part II. Foliage chemicals, their properties and uses. Applied polymer symposium No. 28, 465-484 pp.
3. Barton, G. M. and B. F. MacDonalds. 1978. A new look at foliage chemicals. TAPPI Vol. 61, No. 1, 45-48 pp.
4. Barton, G. M., J. A. McKintosh and S. Chow 1978. The present status of foliage utilization. Alche symposium series No. 177, Vol. 74, 124-131 pp.
5. Chow, S. 1977. Foliage as adhesives extender. A progress report, 11th Wash. State Univ. Symp. on particleboard, Pullmann Wash, 89-98pp.
6. Keays, J. L. 1976. Foliage. Part I. Practical utilization of foliage. Applied polymer symposium No. 28, 445-464 pp.
7. 金鍾萬, 朴鍾烈, 李弼宇. 1979. 落葉粉末을 利用한 合板用 接着劑의 增量에 關한 研究. 韓國林學會誌 42: 83-100 pp.
8. 李弼宇, 權震憲. 1980. 合板用 尿素, 尿素-메라민 共縮合 및 水溶性 石炭酸樹脂 接着의 增量에 關한 研究. 韓國林學會誌 48: 40-50 pp.
9. 李弼宇, 權震憲. 1981. 王蜀黍幹, 松樹皮, 小麥, 리기다松葉, 잣나무葉 및 木粉末을 利用한 合板의 接着增量에 關한 研究. 韓國林學會誌. 51: 41-50 pp.
10. 李弼宇, 權震憲. 1981. 小麥, 松樹皮, 木, 脫脂米糖 및 松葉粉을 利用한 合板의 接着 增量에 關한 研究. 서울大學校 農科大學 演習林報告17: 50-61 pp.
11. 李弼宇, 李奎珩. 1973. 고구마, 감자 및 돼지감자 粉末을 利用한 合板用 尿素樹脂의 增量에 關한 研究. 木材工業, 第一卷二號 1-15 pp.

12. Lin, C. Y. 1969. Study on wood gluing. The durability of urea resin glue. Bull. Taiwan. Fore. Res. Inst., No. 186, 10p.
13. 農村振興廳, 農村營養改善研修院. 1981. 食品分析表. 11-20 pp.